



На правах рукописи

УДК: 551.4.01

ТРОФИМОВА АНАСТАСИЯ ДМИТРИЕВНА

**ДЕНДРОИНДИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ
ОСНОВНЫХ ХВОЙНЫХ ПОРОД
ЮЖНОГО И СРЕДНЕГО СИХОТЭ-АЛИНЯ**

Специальность: 25.00.25 – Геоморфология и эволюционная география

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

19 ИЮЛ 2012

Санкт-Петербург – 2012

**Работа выполнена на кафедре физической географии
и природопользования федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Российский государственный педагогический университет
им. А. И. Герцена»**

Научный руководитель: доктор биологических, кандидат географических наук, профессор кафедры физической географии и природопользования Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена
Ловелиус Николай Владимирович

Официальные оппоненты: доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, отдел прикладной климатологии
Пигольцина Галина Борисовна

доктор биологических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры селекции, генетики и дендрологии Московского государственного университета леса
Румянцев Денис Евгеньевич

Ведущая организация: Карельская государственная педагогическая академия

Защита диссертации состоится «12» нояб 2012 года в 13 часов на заседании Диссертационного совета Д 212.199.26 созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» по защите докторских и кандидатских диссертаций при Российском государственном педагогическом университете имени А. И. Герцена по адресу: 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48. корп. 12, ауд. № 21.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена по адресу: 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48. корп. 5.

Автореферат разослан «12» ноя 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



И.П. Махова

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Изучение изменений природных условий за последние десятилетия получило широкое распространение во всех районах земного шара и вошло в число межгосударственных проблем в связи с многочисленными катастрофами, причиняющими огромный ущерб среде обитания человека (Конференция ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро 3-4 июня 1992 г.). Для выявления их физических механизмов недостаточно краткосрочных инструментальных наблюдений. Отсутствие длительных наблюдений за климатическими факторами может быть восполнено с помощью косвенных индикаторов изменений природной среды. К таким индикаторам относится прирост годичных колец долгоживущих древесных растений. Метеорологические наблюдения на Дальнем Востоке имеют 100-летнюю продолжительность, а данные по приросту годичных колец у отдельных древесных пород достигают более 500 лет.

Анализ прироста годичных колец широко используется в палеогеографических, археологических, гидрологических, астрофизических, геоботанических, лесохозяйственных и палеоклиматических реконструкциях (Шведов, 1892, Рудаков, 1951; Галазий, 1954; Битвинская, 1966, 1974; Ловелиус, 1970-2009; Кайрюкшис, 1972; Дмитриева, 1975; Fritts, 1976; Шиятов, 1986 и др., Schweingruber, 1993; Ваганов, 1996, Мазепа, 1998; Гриппа, 1999; Малышева, 2010; Агафонов, 2011; Мацковский, 2011; Николаев, 2011; Румянцев, 2011 и др.). Исследования, выполненные на основе прироста годичных колец, обладают высоким временным разрешением (до года и сезона), что делает их основой для анализа динамических и эволюционных процессов в элементах биосферы.

В связи с массовыми рубками коренных лесов на Дальнем Востоке всё меньше остаётся деревьев многовекового возраста, как основного источника сведений об изменении лесорастительных условий за последние несколько столетий, что требует срочных сборов уникальных образцов.

Объектами исследований являются основные хвойные лесообразующие породы кедрово-широколиственных и кедрово-темнохвойных лесов Среднего и Южного Сихотэ-Алиня: сосна корейская (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.), ель аянская (*Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr.) и пихта белокорая (*Abies nephrolepis* Maxim.).

Предмет исследования – особенности прироста годичных колец деревьев в разных условиях произрастания и данные метеорологических и геофизических наблюдений.

Цель исследования – выявить особенности формирования прироста годичных колец у сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой в условиях Южного и Среднего Сихотэ-Алиня в связи с изменениями факторов природной среды.

Для достижения поставленной цели ставились и решались следующие **основные задачи**:

- выявить особенности формирования радиального прироста у хвойных пород в связи с ходом их возрастного развития;
- определить параметры временной и пространственной изменчивости прироста годичных колец хвойных пород в различных регионах Сихотэ-Алиня за 300-летний период;

– установить внутригодовые изменения показателей температуры воздуха, атмосферных осадков, циркуляции атмосферы, солнечной (W) и геомагнитной (aa) активности, галактических космических лучей (ГКЛ) в аномальные годы прироста сосны, ели и пихты.

Теоретической и практической основой диссертации являются конструктивные идеи и результаты исследования отечественных и зарубежных специалистов в области эволюционной географии, дендроиндикации, дендрохронологии и климатологии: Ф.Н. Шведова, А.Е. Douglass, Н.С. Fritts, А.А. Яценко-Хмельского, Т.Т. Битвинскаса, Н.В. Ловеллуса, С.Г. Шиятова, Е.А. Ваганова, Е.С. Чавчавадзе, F.N. Schweingruber, О.Н. Соломиной, Д.Е. Румянцева и др.

Фактический материал и методы исследования. В основу диссертации положены результаты исследования годовых колец сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой, произрастающих в среднегорном поясе Южного и Среднего Сихотэ-Алиня. В течение полевых сезонов 2007-2009, 2011 гг., автором было взято 343 ядра на 150 модельных деревьев и измерено 49282 годовых кольца. В работе использованы географические, лесотипологические, геоботанические методы. Обработка серий годовых колец проводилась с использованием программ TSAP и программного пакета DPL (Cofecha, ARSTAN и др.). Статистическая обработка данных проводилась с применением табличного процессора Microsoft Excel.

Положения, выносимые на защиту:

– возрастное развитие исследуемых хвойных пород Южного и Среднего Сихотэ-Алиня характеризуется специфическими особенностями формирования радиального прироста;

– сосна корейская и ель аянская, произрастающие в разных регионах Сихотэ-Алиня, синхронно реагируют на изменения гелиофизических факторов;

– для каждой древесной породы присущи индивидуальные реакции на колебания параметров метеорологических и геофизических факторов накануне и в годы аномально больших и малых величин их радиального прироста.

Научная новизна работы:

– впервые исследованы особенности формирования прироста годовых колец у трёх дальневосточных хвойных пород в ходе их возрастного развития;

– определен диапазон колебаний метеорологических и геофизических факторов среды в годы больших и малых величин радиального прироста годовых колец у 3-х основных лесообразующих пород;

– выявлены особенности влияния внутригодовых и межгодовых изменений локальных и глобальных факторов среды на прирост хвойных пород в Южном и Среднем Сихотэ-Алине;

– установлена связь аномальных приростов исследуемых хвойных пород от гелиофизических факторов;

– создана база дендроиндикационных данных для сосны, ели и пихты, произрастающих в Южном и Среднем Сихотэ-Алине.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в выявлении новых закономерностей воздействия гелиофизических факторов на прирост годовых колец сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой в условиях среднегорного пояса Южного и Среднего Сихотэ-Алиня. Выявлен

диапазон колебаний факторов среды в годы аномалий прироста годичных колец хвойных деревьев.

Практическая значимость работы состоит в том, что материалы дендроиндикационных исследований могут быть использованы специалистами в эволюционной географии, области лесоведения, геоботаники, географии растений и в других смежных дисциплинах. Созданная база данных по приросту годичных колец деревьев позволяет получить дополнительные сведения о ходе роста изучаемых хвойных пород в разных районах Приморского края за последние 300-400 лет. Построенные обобщенные серии годичных колец могут быть использованы для датирования деревянных памятников истории и культуры в Приморском крае.

Данные о приросте годичных колец у основных хвойных лесообразующих пород Южного и Среднего Сихотэ-Алиня используются при изучении индикации изменений природных условий и антропогенных воздействий на факультете географии РГПУ им. А.И. Герцена, Московском государственном университете леса, в Воронежской и Санкт-Петербургской лесотехнических академиях, в Днепропетровском государственном университете, в Карельской государственной педагогической академии и других учебных заведениях географического, лесного и биологического профиля. Работа автора была одной из основ выполнения исследований по гранту РФФИ Биолого-почвенного института РАН и РГПУ им. А. И. Герцена 11-04-00485а «Индикация природных процессов в лесах юга российского Дальнего Востока в связи с изменением климата».

Достоверность исследований подтверждается большим по объему экспериментальным материалом, применением научно обоснованных методик сбора, обработки, анализа и оценки исходных данных с высокой точностью измерений годичных колец на полуавтоматической установке LINTAB 5 (0,01 мм); каждая хронология проверялась на согласованность с общим рядом по допустимому коэффициенту корреляции; использованием современных методов статистической обработки материала с применением табличного процессора Microsoft Excel; значительным объемом климатических и геофизических данных.

Личный вклад автора. Выполнен обзор литературы, разработана программа экспедиционных и лабораторных исследований; осуществлено взятие кернов и спилов, проведены измерения годичных колец, их статистическая обработка и анализ; создана база дендроиндикационных данных; подготовлены публикации, написана диссертационная работа и автореферат. Кроме того, принимала активное участие в сборе полевых материалов для изучения возрастных состояний сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой. Заложены две временные пробные площадки.

Апробация работы

Результаты исследования по теме диссертации были представлены на межвузовских научно-методических конференциях «Герценовские чтения. География: проблемы науки и образования» (Санкт-Петербург, 2008, 2010, 2012 гг.), на заседаниях кафедры физической географии и природопользования российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, (2007-2012 гг.), на международной конференции «Структурная организация растений», (Владивосток, 2008), на заседании семинара Московского государственного университета леса «Продукционный процесс и структура деревьев. древе-

син и древостоев» (сопредседатели В.В. Коровин, М.Г. Романовский, Москва, 2010), на I Всероссийской молодежной научной конференции «Естественнонаучные основы теории и методов защиты окружающей среды» (Санкт-Петербург, 2011), на XI международном семинаре «Геология, геоэкология, эволюционная география» (Санкт-Петербург, 2011).

Структура и объем диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, выводов, списка из 242 использованных источников (из них 30 на иностранных языках) и приложения. Диссертация включает 185 стр. текста, в том числе 48 таблиц и 105 рисунков.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, изложена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, достоверность результатов и выводов. Перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Дендроиндикационные исследования: история, методы и материалы» приведен анализ литературных источников по приросту годичных колец древесных растений начатый в конце XIX века и выполненный в настоящее время. Интерес к древесным растениям как индикаторам изменений природных условий относится к числу наиболее устойчивых за последние 2 столетия. Это можно проследить, начиная с классических работ Ф.Н. Шведова (1892), Дугласа (1919, 1936), Эрландссона (1936), Шиятова (1973), Битвинскаса (1974), Рудакова (1976), Колчина (1977), Ловелиуса (1979), Ваганова и др. (1996).

Первыми дендрохронологическими исследованиями считаются работы американца Кюхлера (1859), австрийского учителя гимназии Покорни (1969), датского лесоведа Д. Кептейна (1914) и русского профессора Ф.Н. Шведова (1892). Основателем классической дендрохронологии по праву считается американский астроном А.Е. Дуглас. Высокую оценку его работам дал основоположник гелиобиологии А.Л. Чижевский.

В XX и XXI столетиях выполнен ряд исследований, позволивших охватить многие регионы СССР, России и сопредельных государств. Такие работы были проделаны по Крайнему Северу (Ловелиус, 1979 и др.; Ваганов, Наурусбаев, 2005), Полярному Уралу (Шиятов, 1973, 2000), Западной Сибири (Агафонов, 2010, 2011), Центральной Якутии (Николаев, 2011), Соловецкому архипелагу (Соболев, 2010), Вологодской области (Мацковский, 2011), Алтаю (Малышева, 2010), Центральной России (Румянцев, 2011) и другим районам.

Термин «дендроиндикация» был введен Н.В. Ловелиусом в 1970 г.

В связи с малой изученностью Дальневосточного региона, настоящая работа выполнена в Приморском крае на основе данных полевых исследований в 2007-2009 и 2011 гг. При исследовании роста и развития трех ведущих лесообразователей кедрово-широколиственных и темнохвойно-кедровых лесов основное внимание уделено радиальному приросту стволов и онтогенезу сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой.

Материалом для дендроиндикационных исследований служили образцы-керы, у которых измеряли ширину годичных колец. Отбирали деревья, принадлежащие к I и II классу роста (бонитету) по классификации Крафта. С помощью

бурава Плесстлера перпендикулярно стволу высверливали над корневой шейкой не менее двух кернов. Всего взято и проанализировано 343 керна 150 модельных деревьев, по которым измерено 49282 годовичных кольца. Основу для исследования составляли деревья, произрастающие на территории Верхнеуссурийского биогеоценотического стационара. Керны отобраны на 8 постоянных пробных площадях, заложенных в сообществах 6 типов леса. В работе использована классификация типов леса для среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня, предложенная Т.А. Комаровой (2003, 2010).

Образцы отобраны (рис. 1):

1) на территории Верхнеуссурийского биогеоценотического стационара Биолого-почвенного института ДВО РАН (ВУС), расположенном в бассейне р. Правая Соколовка (приток р. Уссури), в пределах высотных отметок от 450 до 950 м над ур. м. (N 44° 00' 27, E 134° 11' 47);

2) в Сихотэ-Алиньском (Сих-Ал) заповеднике, в верховьях реки Джигитовка на высоте 500 м (N 45° 06' 58, E 135° 51' 99);

3) на научной станции ДВО РАН – Восток, расположенной в верховьях реки Дальняя (приток Большой Уссурки) на высоте 963 м над ур. моря (N 46° 45' 49, E 135° 82' 13).



Рис. 1. Места сборов образцов

Места сборов и количественные показатели взятых образцов приведены в табл. 1.

Измерения ширины годовичных колец проведены на полуавтоматической установке LINTAB 5 с точностью до 0,01 мм, на базе организации НПСА «Здоровый лес» (Москва). Обработка серий годовичных колец проводилась с использованием программ TSAP и программного пакета DPL (Cofecha, ARSTAN и др.).

В качестве материалов для онтогенетического изучения трех исследуемых видов служили около 2000 растений разного возрастного состояния. По кернам и спилам у ряда особей был определен их календарный возраст.

Для выявления связи прироста годовичных колец с природными условиями произрастания хвойных пород в главе дана краткая характеристика инструментальных наблюдений региональных факторов: температуры воздуха, атмосферных осадков; и факторов глобального масштаба: циркуляции атмосферы, солнечной и геомагнитной активности, галактических космических лучей.

Данные по температуре воздуха и атмосферным осадкам рассмотрены по инструментальным наблюдениям на 10 метеорологических станциях (м.с.) Приморского края (источник www.meteo.ru). Анализ температуры и осадков в годы максимальных и минимальных приростов деревьев выполнен по данным 3-х м.с., наиболее близко расположенных к районам взятия образцов, и м.с. «Владивосток», имеющей самый продолжительный ряд наблюдений (1917-2008 гг.). Средний коэффициент корреляции между рядами температур равен 0,64, а осадков 0,24.

Среднегодовой ход температур на 10 метеостанциях изменяется синхронно, но значительно отличается по амплитудам. Так среднегодовые температуры на самой северной метеостанции (м.с. «Мельничное») колеблются от $-1,5^{\circ}$ до 2° , а

на самой южной метеостанции (м.с. «Владивосток») изменяются от 4°С до 7°. Самые высокие температуры на всех метеостанциях отмечены в 1948, 1961, 1968, 1975, 1990 и 2004 годы, а самые низкие показатели температур воздуха – в 1947, 1956, 1969, 1974 и 2005 годы.

Таблица 1

Места и время взятия образцов-кernов сосны, ели и пихты для дендриндикационного анализа, произрастающих в Южном и Среднем Сихотэ-Алине

Порода	Места сборов и номер пробной площади (пп)*	Кол-во модельных деревьев	Кол-во взятых kernов	Продолжительность ряда	Общее количество измерений	Дата взятия kernов
Сосна кор.	Сих-Ал зап.; п.п.п.5-1999	10	20	333	4916	2009
Сосна кор.	ВУС п.п.п. 10-1976	6	15	258	2656	2008
Сосна кор.	ВУС п.п.п. 11-1975	6	18	313	3848	2008
Сосна кор.	ВУС п.п.п. 18-1974	8	16	214	3170	2009
Сосна кор.	ВУС п.п.п. 40-1968	8	17	270	3413	2009
Сосна кор.	ВУС п.п.п. 44-1985	7	14	185	2276	2009
Сосна кор.	Восток; в.п.п. 1-2009	15	33	394	6831	2009
Сосна кор.	Лаз. зап.; в.п.п. 2-2009	11	24	131	1913	2009
Итого		71	157	-	29023	-
Ель аянская	ВУС п.п.п. 1-1973	9	18	149	1767	2009
Ель аянская	Сих-Ал зап.; п.п.п.5-1999	6	12	249	2258	2009
Ель аянская	ВУС п.п.п. 10-1976	6	16	211	2175	2008
Ель аянская	ВУС п.п.п. 11-1975	6	19	231	3081	2008
Ель аянская	ВУС п.п.п. 31-2008	8	17	184	1570	2009
Ель аянская	ВУС п.п.п. 40-1968	8	16	269	2990	2009
Итого		43	98	-	13841	-
Пихта бел.	ВУС п.п.п. 3-1973	14	36	199	2717	2008
Пихта бел.	ВУС п.п.п. 11-1975	7	19	116	1125	2009
Пихта бел.	ВУС п.п.п. 31-2008	8	17	161	1463	2009
Пихта бел.	ВУС п.п.п. 40-1968	7	16	144	1113	2009
Итого		36	88	-	6418	-
Общее количество	11	150	343	от 116 до 394 лет	49282	2008-2009

* Постоянные пробные площади были заложены:

Розенберг В.А. – п.п.п. 1-1973, 3-1973, 10-1976, 11-1975, 18-1974.

Комарова Т.А. – п.п.п. 44-1985, 31-2008.

Жильцов А.С. – п.п.п. 40-1968.

Галанин А.В. – п.п.п. 5-1999.

Трофимова А.Д. – в.п.п. 1-2009, в.п.п. 2-2009 (временные п.п.)

Распределение сумм осадков на исследуемых территориях не имеет такой четкой синхронности, как температуры воздуха. Вместе с тем и в показателях годовых сумм осадков выделяются общие годы их увеличения (1968, 1974, 1981, 1994, 2000) и снижения (1970, 1875, 1982, 1988, 2001, 2003) на всех метеостанциях.

На распределение метеорологических элементов существенное влияние оказывают изменения циркуляции атмосферы. В работе использованы данные каталога элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) Б.Л. Дзержеевского по Н.К. Кононовой, 2009 и проф. МГУ А.Ю. Ретеюма.

Характеристики солнечной и геомагнитной активности взяты из каталогов (Логинов, Шерстоков, Оль и др., 1991). Наиболее длительные ряды наблюдений за активностью Солнца представлены в виде чисел Вольфа (W), определение которых начато в Цюрихской обсерватории в 1749 году. Для выявления реакции в радиальном приросте хвойных пород на солнечную активность нами были использованы даты экстремумов – максимумов и минимумов 11-летних циклов активности Солнца (Витинский и др., 1986; Леви и др., 2003). Для определения геомагнитной активности был использован индекс "aa" с 1868 г.

Данные по галактическим космическим лучам заимствованы из опубликованных работ Дергачева В.А., Чистякова В.Ф. (1993); Ермакова В.И., Стожкова Ю.И. (2005); Веретененко С.В., Дмитриева П.В. (2005).

При обработке измерений использована методика, описанная ранее Н.В. Ловелиусом (1970-2009). Средние месячные и годовые метеорологические и геофизические данные инструментальных наблюдений рассмотрены по общепринятым методам анализа временных рядов (Исаев, 1988).

При описании возрастных состояний растений за основу взята классификация, предложенная Т.А. Работновым (1950), с дальнейшей детализацией её другими авторами (Уранов, 1967, 1975; Смирнова и др., 1976; и др.).

Во второй главе «Природные условия районов исследования» на основе литературных материалов дано краткое описание физико-географического положения, геологического строения, рельефа, гидрологии, климатических условий, почвенного и растительного покрова районов исследований.

В третьей главе «Распространение и эколого-биологическая характеристика хвойных пород Южного и Среднего Сихотэ-Алиня» представлены ареалы произрастания исследуемых пород. Основная роль в формировании кедрово-широколиственных и хвойных лесов Южного и Среднего Сихотэ-Алиня принадлежит трём хвойным лесообразующим видам: сосне корейской, ели аянской и пихте белокорой. В.Л. Комаров (1897, 1901) первым обратился к вопросам распространения сосны корейской, назвав её «типичнейшим представителем» выделенной им Маньчжурской флористической области. Позднее сосной корейской на Дальнем Востоке и выделением типов леса, образованных ею, занимались Б.П. Колесников (1954, 1956), Т.А. Комарова (2003, 2010), А.И. Кудинов (2006) и др. Северная граница ареала сосны корейской находится значительно южнее северного предела распространения ели и пихты. Ареал ели аянской выходит на севере за пределы распространения пихты белокорой, и её северный предел доходит до верховья рек Алдана и Амги (около 60° с.ш.; Васильев, 1956; Манько, 1987, 2005). Северный предел распространения пихты находится в бассейне р. Уда (около 55° с.ш.; Гожев, 1934; Строгий, 1934). Южная граница у исследуемых пород простирается до южной части Корейского полуострова и о. Хоккайдо (Сочава, 1944; Каппер. 1954).

Для более детального исследования основных хвойных лесообразователей были проанализированы их морфометрические особенности и возрастное развитие. Сосна корейская – дерево первой величины с мощной многовершинной кроной, достигающее 30-35 м в высоту и 1,5 м в диаметре. Основная часть деревьев растёт не более 250-300 лет, но отдельные стволы доживают до 400-500 лет. Деревья ели аянской достигают 25 м высоты, редко – 30 м и 40 – 50 см в

диаметре, реже 80 – 100 см. Деревья пихты белокорой достигают 20-22 м в высоту и 40-60 см в диаметре в основании ствола, обычно формирует второй ярус, располагаясь под пологом более крупных деревьев ели аянской и сосны корейской. Кроны у ели и пихты конические, островершинные (Усенко, 1969).

При характеристике возрастных состояний исследуемых пород были рассмотрены деревья прегенеративного периода: всходы (р), ювенильные (j), иматурные (im) и виргинильные (v). В генеративном периоде – молодые (g₁), средневозрастные (g₂) и старые генеративные (g₃). Постгенеративный период, включающий субсенильное (ss) и сенильное (s) возрастные состояния, остался мало изученным, так как растения в этих состояниях были обнаружены лишь в единичных экземплярах. Для рассматриваемых видов в табличной форме указаны календарный возраст, высота и диаметр для каждого жизненного состояния, а также представлены рисунки для каждого возрастного состояния.

Для оценки экологических особенностей рассматриваемых древесных пород были использованы опубликованные региональные экологические шкалы, составленные по методу Л.Г. Раменского (1938) для высших сосудистых растений шести регионов Дальнего Востока (Комарова и др., 2003).

В разработанных экологических шкалах указаны пределы распространения растений разных видов при пяти уровнях их проективного обилия (Раменский, 1938): массовое (m), обильное (c), умеренное (n), малое (p) и единичное (s). Зоне оптимума, или центру эколого-ценотического ареала, в котором популяции каждого вида отличаются наибольшей активностью жизнедеятельности, соответствует используемая в экологических таблицах категория проективного обилия “m”. Зоне нормальной жизнедеятельности отвечают категории проективного обилия “c” и “n”, а зоне угнетения – категории “p” и “s”. Категория проективного обилия “s” характеризует также амплитуду толерантности растений по соответствующему экологическому фактору.

Полное представление о взаимосвязи разных уровней жизнедеятельности растений и определенных режимов трех экологических факторов в среднегорном поясе Южного и Среднего Сихотэ-Алиня могут быть представлены в графическом отображении, выполненном автором на основе экологических шкал, составленных Т.А. Комаровой (2010). Изменение показателей проективное покрытие у рассматриваемых хвойных пород в зависимости от степени увлажнения местообитаний иллюстрирует рис. 2А. Как следует из приведенных рисунков, зона оптимума (m) у сосны корейской находится в пределах ксеромезофитных, мезофитных и гигромезофитных местообитаний со свежими, периодически влажными почвами. А у ели аянской и пихты белокорой зона оптимума характерна для более увлажненных местообитаний: от мезофитных со свежими почвами до мезоигрофитных с влажными, периодически свежими почвами.

Как следует из приведенных рисунков амплитуда толерантности (s) у всех исследуемых видов охватывает весь диапазон рассматриваемых экологических факторов. По отношению к почвенному богатству наибольший диапазон в зоне оптимума характерен для сосны корейской - от олиготрофных до мегамезотрофных условий (рис. 2Б), а наиболее узкий диапазон характерен для пихты белокорой, который находится в пределах от олигомезотрофных до мезотрофных условий. У ели аянской зона оптимума охватывает больший диапазон, чем у пихты: от олиготрофных до мезотрофных.

По активному богатству (трофности) почв выделено 6 ступеней, охватывающих местообитания с олиготрофными (6), мезоолиготрофными (7-8), олигомезотрофными (9), мезотрофными (10) и мегамезотрофными (11) почвами. Экологический ряд температурного режима был составлен на основе шкалы терморегима Д.Н. Цыганова (1983). При этом из восьми экологических свит, выделенных им для хвойно-широколиственных лесов, нами были отобраны пять и им были присвоены соответствующие баллы: мезобореальная (6), суббореальная (7), бореонеморальная (8), эунеморальная (9) и термонеморальная (10).

Ниже приведено соответствие ступеней определенному характеру увлажненности местообитаний.

Ступени	Характер увлажненности местообитаний
58-60	Мезоксерофитные с сухими, периодически свежими почвами
61-62	Ксеромезофитные со свежими, периодически сухими почвами
63-65	Мезофитными со свежими почвами
66-67	Гидромезофитные со свежими, периодически влажными почвами
68-69	Мезогидрофитные с влажными, периодически свежими почвами

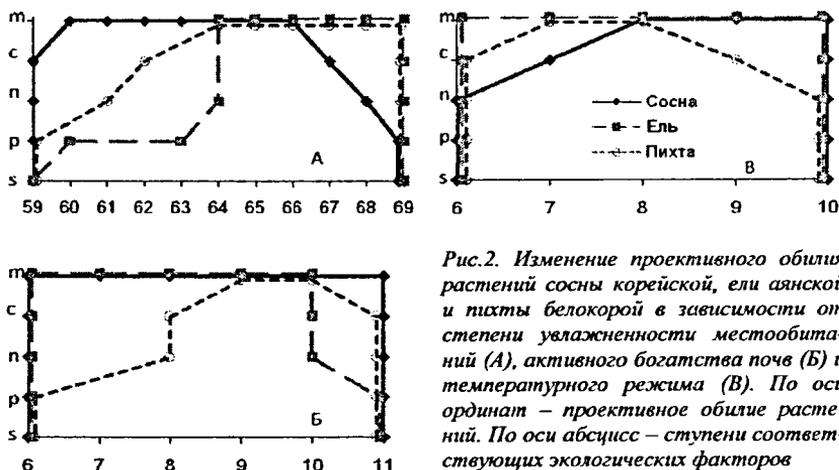


Рис.2. Изменение проективного обилия растений сосны корейской, ели аянской и пихты белокорой в зависимости от степени увлажненности местообитаний (А), активного богатства почв (Б) и температурного режима (В). По оси ординат – проективное обилие растений. По оси абсцисс – ступени соответствующих экологических факторов

По температурному режиму наиболее широкая зона оптимума характерна для ели аянской (рис. 2В), охватывающая весь диапазон этого фактора в среднегорном поясе Южного Сихотэ-Алиня.

Сосна корейская имеет высокое обилие (m) только в теплых местообитаниях: от бореонеморальных до термонеморальных. Зона оптимума для произрастания пихты ограничивается суббореальными и бореонеморальными условиями среды. Вместе с тем все исследуемые породы охватывают весь диапазон данного фактора при умеренном проективном обилии (n).

В ходе роста хвойных пород нами были выделены этапы с разной интенсивностью нарастания ширины годичных колец. У сосны корейской можно выделить четыре этапа по интенсивности роста годичных колец (рис. 3А).

При этом на начальных этапах возрастного развития характерен самый замедленный прирост (не более 0,5 мм), а затем отмечается этап быстрого нарастания радиального прироста, продолжающийся до начала средневозрастного генеративного состояния растений. В дальнейшем развитии, фактически до конца жизненного цикла, у растений сосны корейской характерны высокие показатели радиального прироста. Деревья сосны корейской в средневозрастном и старом генеративном состоянии отличаются стабильно высокими показателями радиального прироста (2,0 мм в год). Встречаются особи, у которых в отдельные периоды прирост достигает 3-4 мм в год.

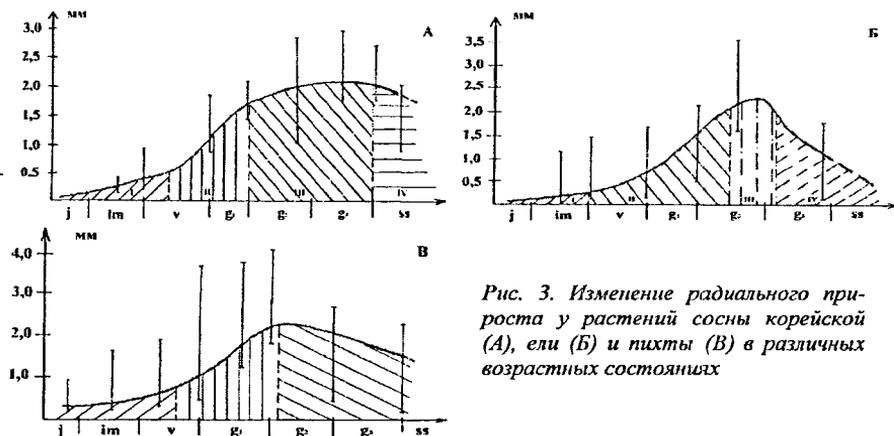


Рис. 3. Изменение радиального прироста у растений сосны корейской (А), ели (Б) и пихты (В) в различных возрастных состояниях

Большинство растений этого вида не достигают сенильного возрастного состояния и отмирают чаще всего в состояниях старых генеративных и субсенильных особей, которые достаточно трудно идентифицировать из-за нерегулярного плодоношения старых генеративных особей.

У растений ели аянской (рис. 3Б) ход роста по диаметру существенно отличается от роста у сосны корейской. Постепенное увеличение ширины годичных колец у нее продолжается до середины средневозрастного генеративного состояния, для которого характерны максимальные значения радиального прироста. Максимальные значения радиального прироста характерны для средневозрастных генеративных растений. У старых генеративных растений происходит резкое снижение радиального прироста, а у субсенильных особей сохраняются почти одинаковые невысокие показатели радиального прироста (0,5-1 мм в год).

У растений пихты белокорой четко выделяются только три этапа по изменению радиального прироста (рис. 3В). До середины виргинильного состояния у молодых растений пихты белокорой происходит медленное нарастание радиального прироста. В завершающей фазе виргинильного состояния радиальный рост растений резко возрастает до начала средневозрастного генеративного состояния. Наибольшая амплитуда колебаний радиального прироста приходится на начальную фазу молодого генеративного состояния и составляет от 1 до 4 мм. Максимальные приросты (2,0-2,5 мм в год) приходятся на начальную фазу развития средневозрастных генеративных деревьев,

а уже с середины этого возрастного состояния начинается постепенное снижение радиальных приростов. У старых генеративных особей происходит дальнейшее снижение приростов по диаметру.

Четвертая глава «Метеорологические и гелиофизические факторы среды в годы аномальных изменений прироста хвойных деревьев»

Для выявления лет с наибольшими и наименьшими приростами годовичных колец у исследуемых пород предварительно строили обобщенную дендрограмму (рис. 4) для каждой пробной площади. Далее считали отклонения от 10-летней календарной нормы и выявляли годы, в которых значения отклонений наиболее удалены от 100% (рис. 5).

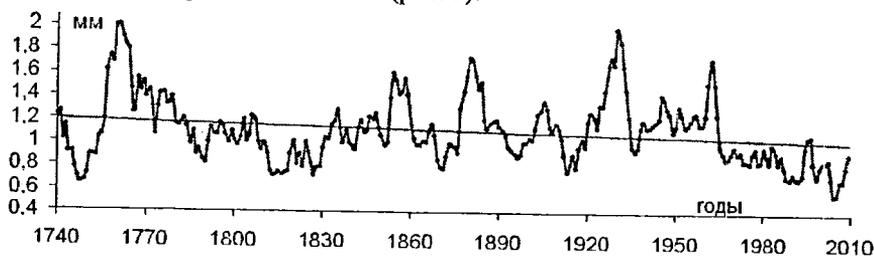


Рис. 4. Дендрограмма сосны корейской с территории Сихотэ-Алиньского заповедника в мм, 1740-2009 гг.

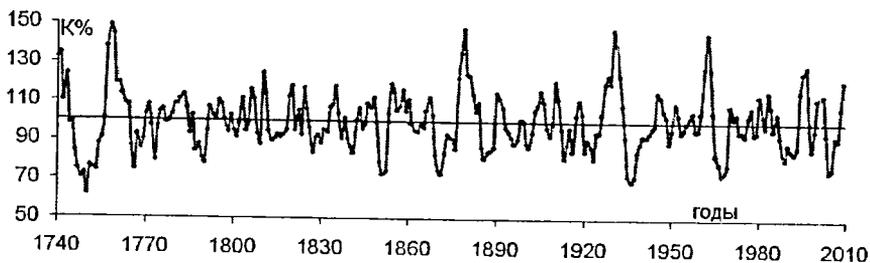


Рис. 5. Отклонения от 10-летней календарной нормы сосны корейской с территории Сихотэ-Алиньского заповедника (%), 1740-2009 гг.

Нами были установлены годы аномально больших и малых приростов у трёх пород. Для сосны корейской наибольшими приростами отличались следующие годы: 1757, 1782, 1806, 1820, 1857, 1858 1878 1890 1929 1930 1931 1951 1962 1963 1972, 1983, 1996, 2001 и с наименьшими: 1773, 1809, 1815, 1850, 1851, 1852, 1869, 1885, 1896, 1913, 1916, 1920, 1949, 1966, 1967, 1993, 1998, 2003.

Для ели аянской выявлены следующие годы наибольших приростов деревьев: 1929, 1950, 1952, 1953, 1967, 1969, 1977, 1994, 2000, 2002 и годы наименьших приростов: 1922, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 2004, 2007.

Для пихты белокорой наибольшими приростами отличались следующие: 1901, 1902, 1903, 1912, 1947, 1948, 1969, 1990, 1994, 2002 и годы с наименьшими приростами: 1907, 1908, 1915, 1924, 1943, 1961, 1985, 1997, 1998, 2007.

Для того чтобы проследить реакцию деревьев на изменения температуры воздуха и осадков, был проведен анализ их средних месячных данных за пред-

шествующий год и в год аномального прироста деревьев. Это дает возможность проследить влияние фактора за 24 месяца, а также определить его разницу накануне и в годы с наибольшим и наименьшим приростом годичных колец.

Анализ температуры воздуха с нарастающим итогом позволяет проследить их ход как непрерывный процесс накопления прогревания и выхолаживания территории за весь анализируемый период, накануне и в годы противоположных аномалий. В связи с расположением Сихотэ-Алинского заповедника на восточном макросклоне и близостью его к морю среднемесячные температуры воздуха в холодный период здесь почти вдвое выше, чем на станции Восток и на территории Верхнеуссурийского стационара. Так, в январе среднемесячная температура в Тернее составляет $-10,5^{\circ}\text{C}$, а на станции Восток и на Верхнеуссурийском стационаре равна в среднем $-20,5^{\circ}\text{C}$. Из показателй рис. 6А следует, что более низкие температуры, особенно в марте, сентябре и октябре, благоприятно сказываются на приросте сосны.

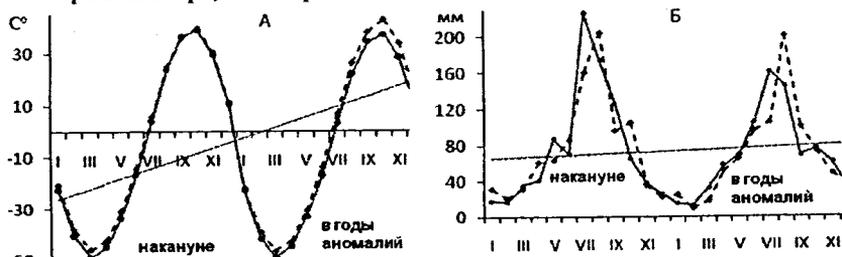


Рис. 6. Температура воздуха с нарастающим итогом (А) и осадки (Б) на станции Восток в годы больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов сосны

Станция Восток находится в зоне обильных осадков (более 900 мм в год). Накануне и в годы аномально малых приростов максимальное количество осадков выпадает в августе (204,3 мм и 200,2 мм соответственно), что неблагоприятно сказывается на росте сосны (рис. 6Б). Накануне дат с наибольшими приростами максимум выпадения осадков приходится на июль месяц (224,9 мм), когда ещё идет увеличение годичного кольца. Внутригодовое выпадение осадков накануне и в аномальные годы четко прослеживается, но общей тенденции в их изменении нет. В годы наибольших и наименьших приростов сумма осадков составляет 829,9 мм, а накануне дат аномалий 919,5 мм.

Аналогичный анализ и построение графиков выполнен по каждой породе в районах взятия образцов.

В годовом исчислении ЭЦМ наибольшие различия за год проявляются в годы противоположных аномалий прироста в повторяемости зональной группы циркуляции (183,2%), за ней следует группа нарушения зональности (131,3%), преобладание этих типов циркуляции создают благоприятные условия для роста сосны корейской. Неблагоприятные условия создаются для роста деревьев в годы с меридиональным южным типом циркуляции (65,9%) и в меньшей мере с меридиональным северным (94,7%).

При изучении геофизических факторов нами были рассмотрены солнечная (числа Вольфа) и геомагнитная активности (индекс aa) и галактические космические лучи (ГКЛ).

Распределение чисел Вольфа за 24 месяца показало, что накануне и в годы с большим приростом сосны имеет место низкая солнечная активность, а в годы с минимальным приростом высокая активность Солнца (рис. 7А). Коэффициент корреляции накануне дат аномалии равен 0,47, а в аномальные годы -0,1. Во внутригодовом распределении чисел Вольфа в годы аномалии наблюдается противофаза. На рост ели аянской повышенная солнечная активность оказывает неблагоприятное воздействие (рис. 7Б). Однако, во внутригодовом распределении характерны самые большие значения чисел Вольфа и в годы наименьших приростов достигают 124,5 единиц. Комфортные значения чисел Вольфа для ели являются угнетающими для сосны.

Распределение солнечной активности накануне и в годы аномальных приростов пихты белокорой показано на рис. 7В. Накануне и в годы наибольших приростов показатели солнечной активности изменяются от 62 до 82, а в годы наименьших от 25 до 52 единиц. Из полученных данных следует, что повышенные значения солнечной активности положительно влияют на условия произрастания пихты белокорой. В среднем расхождения данных чисел Вольфа в годы противоположных аномалий составляет 30 единиц.

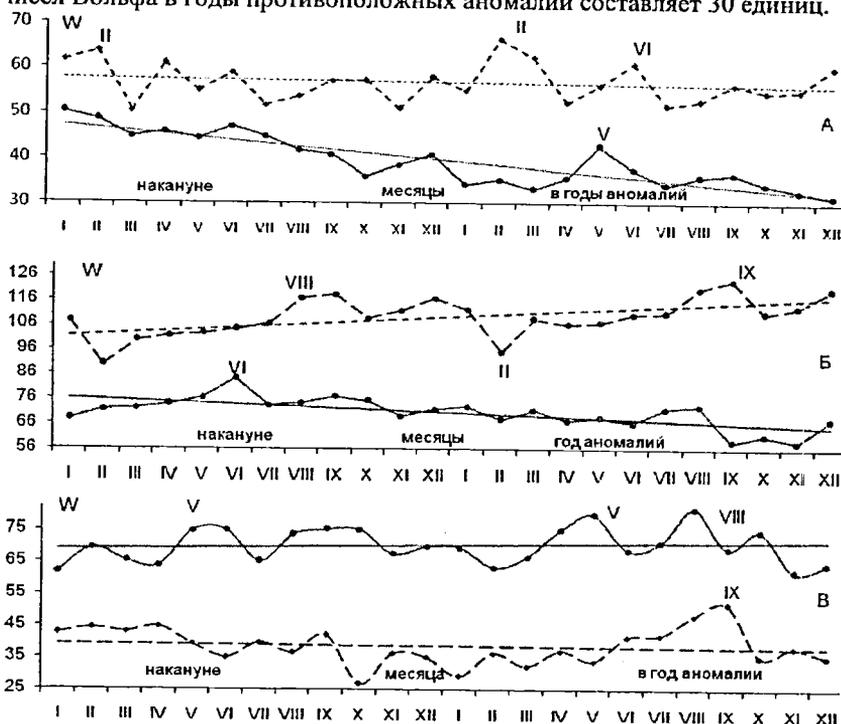


Рис. 7. Средние месячные значения чисел Вольфа (W) накануне и в годы аномально больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов сосны (А), ели (Б) и пихты (В)

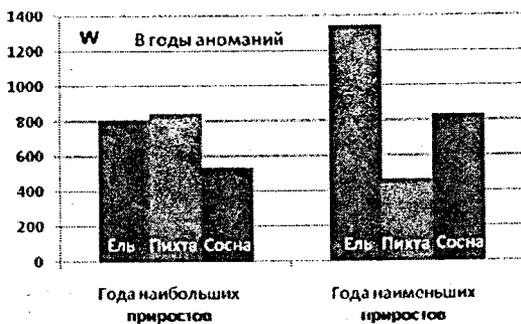


Рис. 8. Сумма чисел Вольфа (W) в годы наибольших и наименьших приростов годичных колец ели, пихты и сосны

нищ. Понижение солнечной активности для пихты и повышение солнечной активности для ели (до 1350) относительно своей нормы отрицательно сказываются на радиальном приросте деревьев.

Во внутrigодовом распределении геомагнитная активность имеет хорошо выраженный сезонный ход с максимумами в марте и сентябре и с минимумами в январе, августе и декабре. При определении её изменений за 24 месяца это правило нарушается. Накануне аномальных приростов сосны корейской максимумы наблюдались в октябре (рис. 9А), а в годы аномалий в сентябре. Разница индексов «аа» между годами наибольших и наименьших приростов составляет накануне 51,3, в годы аномалий 27,6; их отношение равно 195,9%.

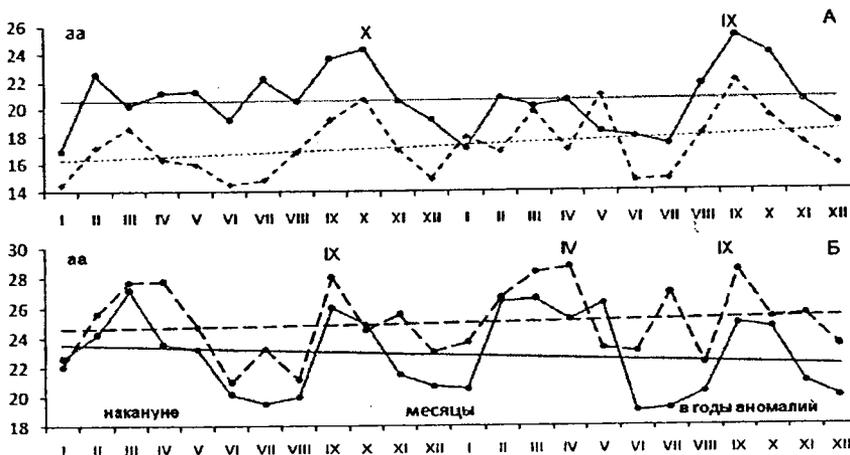


Рис. 9. Средние месячные значения индекса «аа» накануне и в годы аномально больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов сосны (А) и ели (Б)

Анализ геомагнитной активности накануне и в годы противоположных аномалий прироста показал, что наибольшие приросты ели формируются при низких значениях индекса «аа», о чем свидетельствует внутригодовое распределение, подчеркиваемое линейными трендами (рис. 9Б). Разница индексов «аа» между годами наибольших и наименьших приростов у ели составляет накануне – 20,9%, а в годы аномалий – 31,5%.

Распределение галактических космических лучей накануне и в годы наибольших и наименьших величин прироста сосны отражают показатели рис. 10А. Из него следует, что накануне аномальных величин прироста значения галактических космических лучей имеют меньший диапазон различий и находятся в поле отрицательного влияния на формирования условий прироста, а в год аномалий происходит смена знака. В год аномалий прироста наблюдается полная противоположность их распределения, достигающая максимальных значений к концу года.

Распределение галактических космических лучей накануне аномальных лет ели имеет больший диапазон различий, расхождение в среднем 700 единиц ГэВ. А в аномальные годы меньше в 300 ГэВ. Из рис. 10Б можно сделать вывод, что повышенные значения ГКЛ на кануне положительно влияют на формирования условий благоприятных для роста ели аянской в год наибольших приростов.

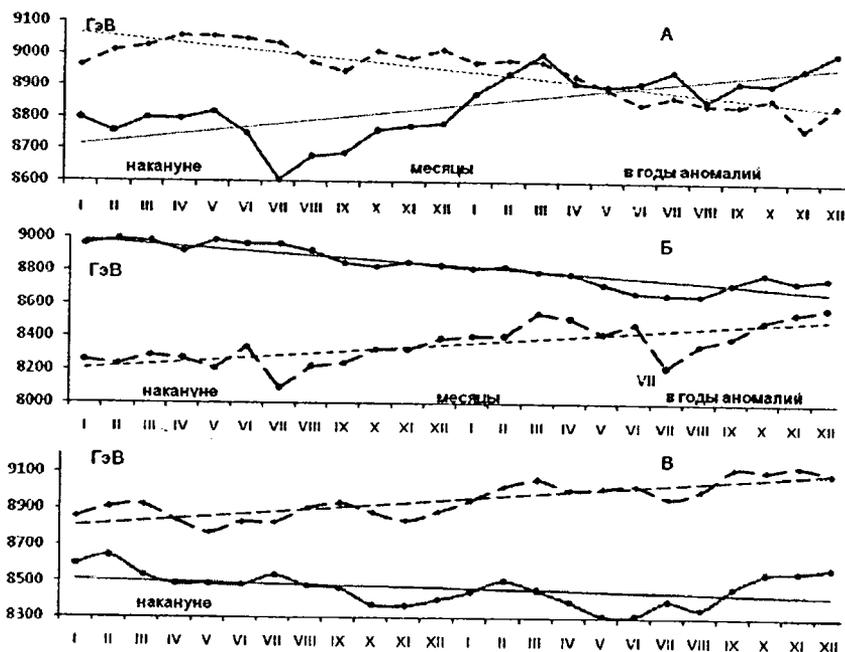


Рис. 10. Средние месячные значения галактических космических лучей (ГКЛ) накануне и в годы аномально больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов сосны (А), ели (Б) и пихты (В)

Дендрограммы, построенные по материалам расчетов сумм отклонений прироста годовых колец от 10-летней календарной нормы, дают возможность проследить амплитуды колебаний условий их произрастания. В них отчетливо прослеживаются периоды оптимальных и пессимальных условий, характерных для каждой породы. По симметричности ухудшения и улучшения прироста можно судить об устойчивости каждой породы к условиям мест их произрастания. Многолетние изменения сосны корейской в 3-х районах исследований представлены по материалам обобщенной серии (рис. 11). По совпадениям отклонений больше и меньше 100% по десятилетиям за 270 лет. Среди 27 десятилетий отчетливо выделяются 9 десятилетий (1760-1769, 1820-1829, 1850-1859, 1860-1869, 1880-1889, 1890-1899, 1930-1939, 1970-1979, 2000-2009) с благоприятными условиями, при которых изменение радиального прироста составляло более 10-летней средней нормы. Возможно, что эти десятилетия характеризовались наиболее высокой контрастностью факторов внешней среды для произрастания сосны корейской.

Приросты деревьев, не превышающие 10-летнюю календарную норму, отмечались всего в 3 десятилетиях (1810-1819, 1900-1909, 1940-1949). Очевидно, что в эти десятилетия создавались неблагоприятные условия для роста деревьев сосны корейской. Анализ чисел Вольфа показал, что в годы этих трёх десятилетий солнечная активность на 14% меньше, чем в годы минимумов.

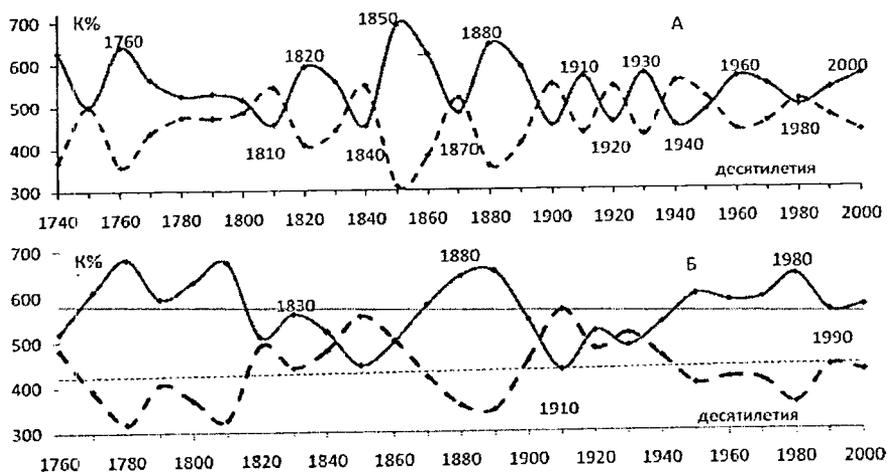


Рис. 11. Дендрограмма сосны корейской (А) и ели аянской (Б) построенная по обобщенным данным по суммам отклонений 10-летней нормы больше 100% (сплошная линия) и меньше 100% (пунктир). Коэффициент корреляции -1.

Анализ серии годовых колец ели и пихты, выявил десятилетия благоприятных и неблагоприятных природных условий. Сопоставление дендрограмм ели и сосны дало 9 десятилетий совпадений, только в противофазе. 5 благоприятных десятилетий сосны для ели являются десятилетиями угнетения

ния (62%). А 4 благоприятных десятилетия у ели для сосны являются неблагоприятными (50%).

Для определения влияния природных условий в десятилетия с большими и малыми приростами каждой из 3-х пород рассчитаны средние месячные и годовые показатели метеорологических и гелиофизических факторов. Они представлены в диссертации в виде сводной таблицы.

Распределение солнечной активности в десятилетия противоположных аномалий показало, что повышение активности Солнца неблагоприятно сказывается на приросте сосны корейской (рис. 12А). Обратная картина наблюдается для роста ели. Повышенные значения солнечной активности положительно сказываются на приросте годичных колец. Отношение среднегодовых значений чисел Вольфа благоприятных десятилетий к неблагоприятным составляет 33%. Можно сделать вывод, что ель аянская является более чувствительной к активности Солнца, чем пихта и сосна. Для пихты же распределение чисел Вольфа в диапазоне от 58 до 65 неблагоприятно сказывается на росте деревьев (рис. 12Б).

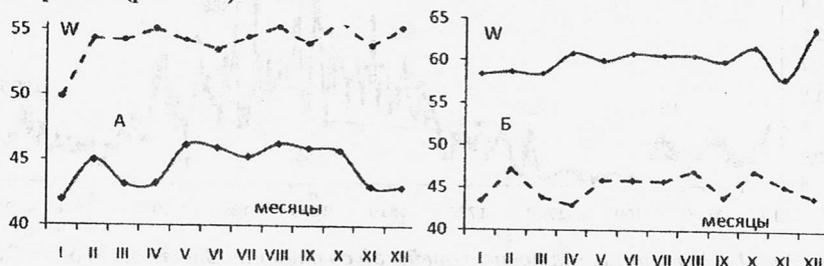


Рис. 12. Значение чисел Вольфа в десятилетия больших (сплошная линия) и малых (пунктир) приростов сосны (А) (отношение средних годовых значений 18%) и ели (Б) (отношение средних годовых значений 33%)

Влияние ГКЛ наиболее наглядно представлено на диаграмме 13. Благоприятные значения для ели, являются угнетающими для сосны, 8652. Опять сосна корейская находится в противофазе с елью аянской, как мы видели на всех других геофизических факторах.

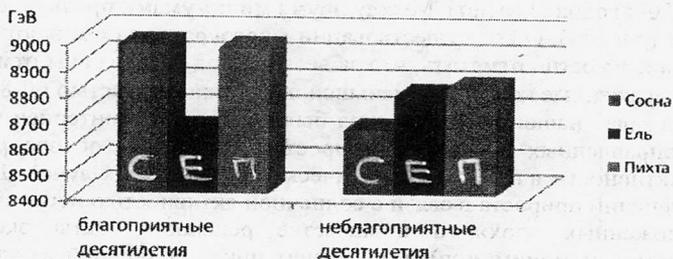


Рис. 13. Среднегодовое распределение галактических космических лучей в благоприятные и неблагоприятные десятилетия

Кроме того, построение обобщенных дендрограмм дает возможность проследить насколько меняются амплитуды колебаний прироста индивидуальных деревьев и их групп. Как правило, при построении обобщенных серий амплитуды колебаний уменьшаются за счет особенностей роста каждой из особей. Отсюда следует, что изменения прироста наиболее великовозрастных деревьев следует рассматривать отдельно. Такие примеры имели место в более ранних работах С. Эрландсона в Швеции (1936), Х. Аракавы в Японии (1975), Н.В. Ловелиусом в Сунтар-Хаята (1987). Высокая ценность каждой продолжительной серии годичных колец определяется порой единственным свидетельством, позволяющим оценить изменения природной среды в особенности за те отрезки времени, для которых отсутствуют данные инструментальных наблюдений.

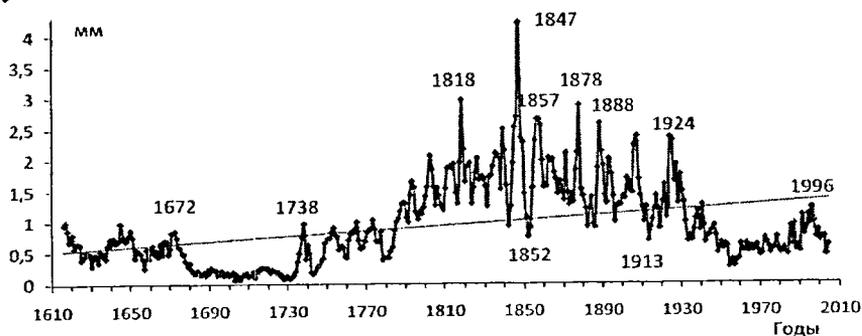


Рис. 14. Дендрограмма сосны корейской со станции Восток (1616-2009 гг.)

В районе исследований нами получена наиболее продолжительная серия 394 лет, её дендрограмма представлена на рисунке 18 в абсолютных значениях и по результатам расчетов сумм отклонений больше и меньше нормы в каждом десятилетии. Анализ дендрограммы дает возможность оценить изменение природных условий за последние 394 года, 1616-2009 гг.

Первые сто лет прирост сосны снижался и достиг минимума в 1700-е годы, затем началась фаза увеличения прироста, продолжавшаяся до 1840-х годов (140 лет), после чего наступила фаза снижения прироста, продолжающаяся до 1950-х годов (110 лет). Между двумя минимумами проявляется 250-летний ритм (рис. 14). О его существовании многократно упоминают другие исследователи. Уместно отметить, что за весь период роста сосны отмечаются хорошо выраженные колебания меньшей продолжительностью 60-80 лет.

Одной из задач нашего исследования было выявление критериев для вычисления направленных колебаний прироста деревьев на основе реперов солнечной активности и притока галактических космических лучей. Для выявления изменений прироста в связи с солнечной активностью использовался метод «наложенных эпох», а в качестве реперов — даты экстремумов (максимумов и минимумов) в 11-летнем цикле солнечной активности, а для галактических космических лучей даты максимумов и минимумов их внутривековых колебаний. На рис. 15 приведены результаты анализа этих параметров для сосны.

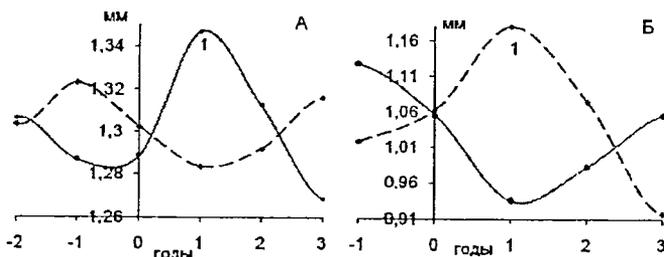


Рис. 15. Изменение прироста сосны в эпохи максимума (сплошная линия) и минимума (пунктир) солнечной активности (А) и галактических космических лучей (Б)

Симметричность изменения прироста сосны в эпохи максимума и минимума 11-летнего цикла солнечной активности и галактических космических лучей подтверждает правило: с увеличением активности Солнца уменьшается приток галактических космических лучей. Этот результат дает возможность использовать прогноз максимумов активности Солнца и галактических космических лучей для предвычисления направленных изменений прироста деревьев с большой заблаговременностью.

В заключении сформированы основные выводы и результаты диссертационного исследования:

1. Изменение радиального прироста у каждой исследуемой породы тесно связано с индивидуальностью их возрастного развития. Для ели аянской характерна кривая с пиком в среднегенеративном состоянии. Наибольшие радиальные приросты у пихты белокорой приходятся на начало среднегенеративного состояния, а далее идет уменьшение до субсенильного состояния. У сосны корейской четкого пика в радиальном приросте не наблюдается, и увеличение ширины годичного кольца продолжается вплоть до субсенильного периода.

2. Растения сосны корейской и ели аянской, произрастающие в кедрово-широколиственных и кедрово-темнохвойных лесах среднегорного пояса в разных районах Южного и Среднего Сихотэ-Алиня, синхронно реагируют на изменения геофизических факторов.

3. Выявлено, что наиболее четко и относительно стабильно происходит реакция в годы аномальных приростов исследуемых пород на геофизические факторы. Повышение солнечной и геомагнитной активности, как правило, угнетающе действуют на прирост сосны и пихты, а приток галактических космических лучей стимулирует рост. Для ели благоприятные условия противоположные, чем для сосны и пихты. Повышенная солнечная и геомагнитная активности благоприятно сказывается на рост ели, если только числа Вольфа не являются крайне высокими.

4. Выявлены внутригодовые показатели метеорологических и космических факторов среды накануне и в годы аномально больших и малых величин прироста сосны, ели и пихты.

5. Установлено, что повышение среднегодовых температур за последнее столетие происходит за счет увеличения температур зимнего периода.

6. Методом линейной регрессии экстраполирован ряд средних годовых температур м.с. Владивосток до 1881 года (на 36 лет), на основе связи средних годовых температур (м.с. Владивосток) и сумм температур $\geq 10^\circ \text{C}$ (по: Давитая), коэффициент корреляции равен 0,98.

7. С помощью реперов активности Солнца показано, что увеличение ширины годичного кольца приходится на первый год после прохождения дат максимумов и минимумов солнечной активности, что может быть использовано в прогнозе прироста деревьев в 11-летнем цикле солнечной активности.

8. Показана целесообразность комплексного исследования параметров природной среды для выявления связи роста деревьев с их средой произрастания.

9. Созданная база дендроиндикационных данных может служить основой для датирования деревянных памятников истории культуры в Приморье.

Благодарности

Автор выражает благодарность научному руководителю проф. Н.В. Ловелиусу за науку и беседы; проф. Т.А. Комаровой за возможность совместной полевой работы на Верхнеуссурийском стационаре, за консультации и редакцию текста; к.б.н. В.Н. Ухачевой за моральную поддержку и редакцию текста; проф. В.А. Дергачёву за консультации при обработке данных по солнечной, геомагнитной активности и галактическим космическим лучам; к.с.-х.н. С.Б. Пальчикову за предоставленную возможность обрабатывать собранный материал в организации НПСА «Здоровый лес»; проф. С.И. Чумаченко за помощь в работе на станции Восток и консультации по работе в программе Microsoft Excel; Г.К. Данилову за помощь в сборе полевого материала.

III. СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Комарова Т.А., Трофимова А.Д. Этапы онтогенеза *PINUS KORAIENSIS (PINACEAE)* в Южном Сихотэ-Алине. Растительные ресурсы. Т.46. № 4. 2010.—с. 1-15. 1,1/0,5 п.л.

2. Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д. Аномалии прироста сосны корейской в Южном и Среднем Сихотэ-Алине и факторы природной среды// Общество. Среда. Развитие. 2011, №1 (18). – С. 244-252. 1,1/0,6 п.л.

3. Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д. Изменения прироста пихты в районе Владивосток. Сборник Герценовские чтения LX. СПб.: 2007 с. 78-82. п.л. 0,7/0,3.

4. Ловелиус Н.В., Комарова Т.А., Трофимова А.Д., Ухваткина О.Н. Рост пихты белокорой в Южном Сихотэ-Алине и факторы природной среды // Сборник Герценовские чтения LXII. СПб. 2009 с. 371-380. 0,75/0,2 п.л.

5. Колесников А.П., Трофимова А.Д. Прирост сосны в Санкт-Петербурге и на берегу Финского залива. Герценовские чтения LXII. С-Пб. 2009 с. 74-82. 0,4/0,2 п.л.

6. Комарова Т.А., Трофимова А.Д., Ухваткина О.Н., Ким У-Сан. Особенности онтогенеза пихты белокорой в условиях среднегорного пояса Юж-

ного Сихотэ-Алиня. Сборник Герценовские чтения LXII. СПб.: 2009 – с. 82-90. 0,6/0,2 п.л.

7. Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д. Прирост годичных колец хвойных в южном Сихотэ-Алине в связи с изменениями региональных и глобальных факторов среды. Лесной вестник. № 3 –М.: МГУЛ, 2010 С. 51-58. 0,8/0,5 п.л.

8. Ухваткина О.Н., Комарова Т.А., Трофимова А.Д. Особенности онтогенеза *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr. в условиях среднегорного пояса южного Сихотэ-Алиня. Лесной вестник. № 3 –М.: МГУЛ, 2010 С. 169-173. 0,5/0,15.

9. Ухваткина О.Н., Комарова Т.А., Трофимова А.Д. Онтоморфогенез ели аянской (*Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr.) в условиях среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня // Бюллетень ботанич. сада-института ДВО РАН [Электронный ресурс] : науч. журн.. - Вып. 5. – 2010. - С. 150-159. 0,6/0,2 п.л.

10. Комарова Т.А., Трофимова А.Д., Ухваткина О.Н., Ким У-Сан. Онтоморфогенез пихты белокорой (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.) в условиях среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня// Бюллетень ботанич. сада-института ДВО РАН [Электронный ресурс] : науч. журн.. - Вып. 5.- 2010. - С. 93-101. 0,5/0,2.

11. Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д. Прирост сосны корейской и ели аянской в Среднем Сихотэ-Алине и факторы природной // Сборник LXIII Герценовские чтения, 2010 с. 147-150. 0,5/0,3 п.л.

12. Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д. Рост сосны, ели и пихты в Южном Сихотэ-Алине и факторы природной среды. Вестник факультета географии. Выпуск 8. СПб. 2010 – с. 77-82. 0,5/0,3 п.л.

13. Комарова Т.А., Ухваткина О.Н., Трофимова А.Д. Онтоморфогенез сосны корейской (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) в условиях среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня // Бюллетень ботанич. сада-института ДВО РАН [Электронный ресурс] : науч. журн. - Вып. 5. – 2010. - С. 82-93. 0,8/0,2 п.л.

14. Ловелиус Н.В., Трофимова А.Д. Рост пихты белокорой в южном Сихотэ-Алине и факторы природной среды. Лесной вестник. № 3 –М.: МГУЛ, 2010 С. 58-63. 0,6/0,4 п.л.

15. Трофимова А.Д. Влияние метеорологических и гелиофизических факторов на прирост кедра в Южном и Среднем Сихотэ-Алине. Материалы I Всероссийской молодежной научной конференции «Естественнонаучные основы теории и методов защиты окружающей среды». Под ред. К.Б. Грекова, А.Л. Рижинашвили. СПб. 2011 – с. 32-33. 0,12 п.л.

16. Ловелиус Н.В., Комарова Т.А., Трофимова А.Д. Геофизическая обусловленность роста сосны корейской и ели аянской в Южном и Среднем Сихотэ-Алине. Геология, геоэкология, эволюционная география: Сборник научных трудов/ Под. ред. Е.М. Нестерова. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. – с. 105-110. 0,5/0,2 п.л.

17. Трофимова А.Д. Изменение прироста хвойных деревьев в Южном и Среднем Сихотэ-Алиня. Сборник Герценовские чтения LXIV, 2012. Апрель – с. 97-100. 0,4 п.л.

11

Отпечатано с готового оригинал-макета ЦНИТ «АСТЕРИОН»
Заказ № 125. Подписано в печать 10.05.2012 г. Бумага офсетная.
Формат 60×84 ¹/₁₆. Объем 1,5 п.л. Тираж 100 экз.
Санкт-Петербург, 191015, а/я 83, тел. /факс (812) 663-53-92, 970-35-70
asterion@asterion.ru